

Introdução a fibras ópticas, dB, atenuação e medições

Contents

[Introduction](#)

[Prerequisites](#)

[Requirements](#)

[Componentes Utilizados](#)

[Conventions](#)

[O que é um decibel?](#)

[Regras do logaritmo de base 10](#)

[dB](#)

[Decibéis em miliwatts \(dBm\)](#)

[Decibéis que fazem referência em um Watt \(dBW\)](#)

[Ganhos de energia/tensão](#)

[Estrutura de fibra óptica](#)

[Tipo de fibra](#)

[Wavelength](#)

[Potência óptica](#)

[Entender a perda de inserção](#)

[Calcular um orçamento de energia](#)

[Informações Relacionadas](#)

[Introduction](#)

Este documento é uma referência rápida a algumas das fórmulas e de informações importantes relacionadas às tecnologias ópticas. Este documento concentra-se em decibéis (dB), decibéis por miliwatt (dBm), atenuação e medições, além de fornece uma introdução às fibras óticas.

[Prerequisites](#)

[Requirements](#)

Não existem requisitos específicos para este documento.

[Componentes Utilizados](#)

Este documento não se restringe a versões de software e hardware específicas.

The information in this document was created from the devices in a specific lab environment. All of

the devices used in this document started with a cleared (default) configuration. If your network is live, make sure that you understand the potential impact of any command.

Conventions

Consulte as [Convenções de Dicas Técnicas da Cisco para obter mais informações sobre convenções de documentos.](#)

O que é um decibel?

Um decibel (dB) é uma unidade usada para expressar as diferenças relativas na intensidade do sinal. Um decibel é expresso como o logaritmo de base 10 da razão da potência de dois sinais, conforme mostrado aqui:

$$\text{dB} = 10 \times \text{Log}_{10} (P1/P2)$$

onde Log₁₀ é o logaritmo de base 10 e P1 e P2 são as potências para comparação.

Nota: Log₁₀ é diferente do logaritmo de Neperian (Ln ou LN) base e logaritmo.

Você também pode expressar a amplitude do sinal em dB. A potência é proporcional ao quadrado da amplitude de um sinal. Portanto, dB é expresso como:

$$\text{dB} = 20 \times \text{Log}_{10} (V1/V2)$$

em que V1 e V2 são as amplitudes a serem comparadas.

$$1 \text{ Bell (não usado atualmente)} = \text{Log}_{10} (P1/P2)$$

$$1 \text{ decibel (dB)} = 1 \text{ Bell} / 10 = 10 * \text{Log}_{10} (P1/P2)$$

$$\text{dBr} = \text{dB (relativo)} = \text{dB} = 10 * \text{Log}_{10} (P1/P2)$$

Regras do logaritmo de base 10

- $\text{Log}_{10} (A \times B) = \text{Log}_{10} (A) + \text{Log}_{10} (B)$
- $\text{Log}_{10} (A/B) = \text{Log}_{10} (A) - \text{Log}_{10} (B)$
- $\text{Log}_{10} (1/A) = - \text{Log}_{10} (A)$
- $\text{Log}_{10} (0,01) = - \text{Log}_{10} (100) = -2$
- $\text{Log}_{10} (0,1) = - \text{Log}_{10}(10) = -1$
- $\text{Log}_{10} (1) = 0$
- $\text{Log}_{10} (2) = 0,3$
- $\text{Log}_{10} (4) = 0,6$
- $\text{Log}_{10} (10) = 1$
- $\text{Log}_{10} (20) = 1,3$ $\text{Log}_{10} (2 \times 10) = \text{Log}_{10} (2) + \text{Log}_{10} (10) = 1 + 0,3$
- $\text{Log}_{10} (100) = 2$
- $\text{Log}_{10} (1000) = 3$
- $\text{Log}_{10} (10000) = 4$

dB

Essa tabela lista o Logaritmo e as razões de potência de dB (decibel):

Razão de potência	dB = 10 x Log10 (razão de potência)
AxB	x dB = 10 x Log ₁₀ (A) + 10 x Log ₁₀ (B)
A/B	x dB = 10 x Log ₁₀ (A) - 10 x Log ₁₀ (B)
1/A	x dB = + 10 x Log ₁₀ (1/A) = - 10 x Log ₁₀ (A)
0,01	- 20 dB = - 10 x Log ₁₀ (100)
0,1	- 10 dB = 10 x Log ₁₀ (1)
1	0 dB = 10 x Log ₁₀ (1)
2	3 dB = 10 x Log ₁₀ (2)
4	6 dB = 10 x Log ₁₀ (4)
10	10 dB = 10 x Log ₁₀ (10)
20	13 dB = 10 x (Log ₁₀ (10) + Log ₁₀ (2))
100	20 dB = 10 x Log ₁₀ (100)
1000	30 dB = 10 x Log ₁₀ (1000)
10000	40 dB = 10 x Log ₁₀ (10000)

Decibéis em miliwatts (dBm)

dBm = dB miliwatt = 10 x Log₁₀ (Potência em mW / 1 mW)

Alimentação	Razão	dBm = 10 x Log ₁₀ (Potência em mW / 1 mW)
1 mW	1 mW/1mW=1	0 dBm = 10 x Log ₁₀ (1)
2 mW	2 mW/1mW=2	3 dBm = 10 x Log ₁₀ (2)
4 mW	4 mW/1mW=4	6 dBm = 10 x Log ₁₀ (4)
10 mW	10 mW/1mW=10	10 dBm = 10 x Log ₁₀ (10)
0,1 W	100 mW/1mW=100	20 dBm = 10 x Log ₁₀ (100)
1 W	1000 mW/1mW=1000	30 dBm = 10 x Log ₁₀ (1000)
10 W	10000mW/1mW=10000	40 dBm = 10 x Log ₁₀

	(10000)
--	---------

Decibéis que fazem referência em um Watt (dBW)

dBW = dB Watt = $10 \times \text{Log}_{10}$ (potência em W / 1 W)

Alimentação	Razão	dBm = $10 \times \text{Log}_{10}$ (Potência em mW / 1 mW)
1 W	$1 \text{ W} / 1 \text{ W} = 1$	0 dBW = $10 \times \text{Log}_{10}$ (1)
2 W	$2 \text{ W} / 1 \text{ W} = 2$	3 dBW = $10 \times \text{Log}_{10}$ (2)
4 W	$4 \text{ W} / 1 \text{ W} = 4$	6 dBW = $10 \times \text{Log}_{10}$ (4)
10 W	$10 \text{ W} / 1 \text{ W} = 10$	10 dBW = $10 \times \text{Log}_{10}$ (10)
100 mW	$0,1 \text{ W} / 1 \text{ W} = 0,1$	-10 dBW = $-10 \times \text{Log}_{10}$ (10)
10 mW	$0,01 \text{ W} / 1 \text{ W} = 1/100$	-20 dBW = $-10 \times \text{Log}_{10}$ (100)
1 mW	$0,001 \text{ W} / 1 \text{ W} = 1/1000$	-30 dBW = $-10 \times \text{Log}_{10}$ (1000)

Ganhos de energia/tensão

Esta tabela compara os ganhos de potência e tensão:

dB	Razão de potência	Razão de tensão	dB	Razão de potência	Razão de tensão
0	1,00	1,00	10	10,00	3,16
1	1,26	1,12	11	12,59	3,55
2	1,58	1,26	12	15,85	3,98
3	2,00	1,41	13	19,95	4,47
4	2,51	1,58	14	25,12	5,01
5	3,16	1,78	15	31,62	5,62
6	3,98	2,00	16	39,81	6,31
7	5,01	2,24	17	50,12	7,08
8	6,31	2,51	18	63,10	7,94
9	7,94	2,82	19	79,43	8,91
10	10,00	3,16	20	100,00	10,00

Com esta informação, você pode definir as fórmulas para atenuação e ganho:

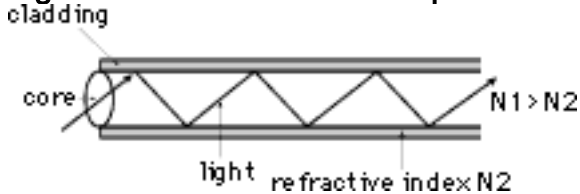
$$\text{Atenuação (dB)} = 10 \times \text{Log}_{10}(P \text{ entrada}/P \text{ saída}) = 20 \times \text{Log}_{10}(V \text{ entrada}/V \text{ saída})$$

$$\text{Ganho (dB)} = 10 \times \text{Log}_{10}(P \text{ saída}/P \text{ entrada}) = 20 \times \text{Log}_{10}(V \text{ saída}/V \text{ entrada})$$

Estrutura de fibra óptica

A fibra óptica é um meio para transportar informações. Ela é feita de vidro com base em sílica e consiste em um núcleo rodeado por revestimento. A parte central da fibra, chamada de núcleo, tem um índice de refração de N_1 . O revestimento que envolve o núcleo tem um índice de refração menor de N_2 . A luz entra na fibra, é confinada pelo revestimento e, em seguida, passa pela fibra por reflexão interna entre os limites do núcleo e o revestimento.

Figura 1 – Estrutura de fibra óptica



Tipo de fibra

As fibras de monomodo (SM) e multimodo (MM) são as principais fibras fabricadas e comercializadas atualmente. [A Figura 2 fornece informações sobre esses dois tipos de fibra.](#)

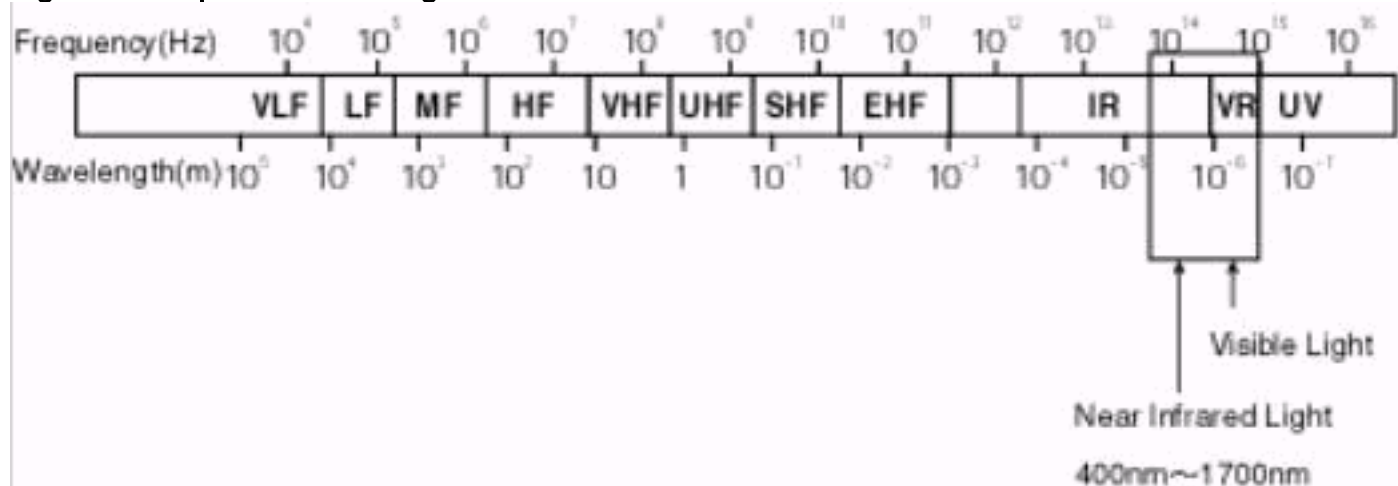
Figura 2 – Fibras SM e MM

fiber type	MM	SM
fiber size	50/125 μm 62.5/125 μm 100/140 μm	9/125 μm 10/125 μm
type	Multimode Step-index fiber (SI) Multimode Graded-index fiber (GI) 	
Application	Short Distance LAN	Long Distance Telecoms, CATV, Broadcast, Data communication

Wavelength

Uma pequena quantidade de luz é injetada na fibra. Ela fica em um comprimento de onda visível (de 400 nm a 700 nm) e perto do comprimento de onda infravermelho (de 700 nm a 1.700 nm) no espectro eletromagnético (consulte a [Figura 3](#)).

Figura 3 – Espectro eletromagnético



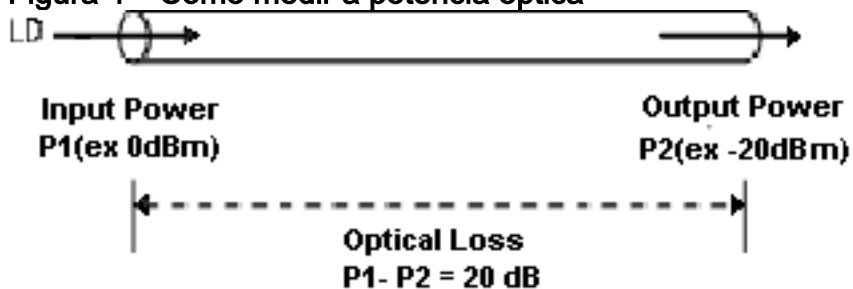
Existem quatro comprimentos de onda especiais que você pode usar para a transmissão de fibra óptica com baixos níveis de perda óptica, que estão listados nesta tabela:

Windows	Wavelength	Perda
1st wavelength	850nm	3dB/km
Segundo comprimento de onda	1310nm	0,4 dB/km
3º comprimento de onda	1550nm (banda C)	0,2 dB/km
4º comprimento de onda	1625 nm (banda L)	0,2 dB/km

Potência óptica

Para medir a perda óptica, você pode usar duas unidades, ou seja, dBm e dB. Enquanto dBm é o nível de potência real representado em miliwatts, dB (decibel) é a diferença entre as potências.

Figura 4 – Como medir a potência óptica



Se a potência de entrada óptica é P1 (dBm) e a potência de saída óptica é P2 (dBm), a perda de potência é $P1 - P2$ dB. Para ver a quantidade de potência perdida entre a entrada e a saída, consulte o valor de dB nesta tabela de conversão de potência:

dB	Desligamento como uma % da ligação	% de Potência perdida	Lembretes
1	79%	21%	-
2	63%	37%	-
3	50%	50%	1/2 da potência
4	40%	60%	-
5	32%	68%	-
6	25%	75%	1/4 da potência
7	20%	80% de	1/5 da potência
8	16%	84%	1/6 da potência
9	12%	88%	1/8 da potência

10	10%	90%	1/10 da potência
11	8%	92%	1/12 da potência
12	6,3% de	93,7% de	1/16 da potência
13	5%	95%	1/20 da potência
14	4%	96%	1/25 da potência
15	3,2% de	96,8% de	1/30 da potência

Por exemplo, quando a entrada óptica da linha direta (LD) para a fibra é 0dBm e a potência de saída é -15dBm, a perda óptica para a fibra é calculada como:

Input Output Optical Loss
 0dBm - (-15dBm) = 15dB

Na tabela de conversão de energia, 15 dB de perda óptica é igual a 96,8% da potência óptica perdida. Portanto, apenas 3,2% da potência óptica permanece quando ela passa pela fibra.

Entender a perda de inserção

Em qualquer interconexão de fibra óptica, ocorre alguma perda. A perda de inserção para um conector ou junção é a diferença da potência que você vê quando insere o dispositivo no sistema. Por exemplo, pegue um comprimento de fibra e meça a potência óptica pela fibra. Observe a leitura (P1). Agora, corte a fibra ao meio, faça a terminação das fibras, conecte-as e meça novamente a potência. Observe a segunda leitura (P2). A diferença entre a primeira (P1) e a segunda (P2) leitura é a perda de inserção ou a perda de potência óptica que ocorre quando você insere o conector na linha. Isso é medido como:

$$IL \text{ (dB)} = 10 \text{ Log}_{10} (P2 / P1)$$

É preciso compreender esses dois fatores importantes sobre a perda de inserção:

- **A perda de inserção especificada é para fibras idênticas.** Se o diâmetro do núcleo (ou NA) do lado que transmite dados for maior que o NA da fibra que recebe dados, haverá perda adicional. $L_{dia} = 10 \text{ Log}_{10} (\text{diar}/\text{diat})^2$ $L_{NA} = 10 \text{ Log}_{10} (\text{NAr}/\text{NAt})^2$ where: L_{dia} = Perda de diâmetro diar = diâmetro recebido diat = diâmetro de transmissão L_{NA} = Perda de fibra óptica. Pode ocorrer perda adicional de reflexões de Fresnel. Isso acontece quando duas fibras são separadas, de modo que existe uma descontinuidade no índice refrativo. Para duas fibras de vidro separadas por uma lacuna de ar, as reflexões de Fresnel são de 0,32 dB.
- **A perda depende do lançamento.** A perda de inserção depende do lançamento e das condições de recebimento nas duas fibras unidas. Em um lançamento curto, você pode preencher a fibra com energia óptica em excesso transmitida no revestimento e no núcleo. Com a distância, essa energia em excesso é perdida até que a fibra alcance uma condição conhecida como distribuição de modo de equilíbrio (EMD). Em um lançamento longo, a fibra

já chegou ao EMD, então o excesso de energia é removido e não está presente no conector. A luz que atravessa a junção entre as fibras de uma interconexão pode novamente preencher a fibra com modos de revestimento em excesso. Eles são rapidamente perdidos. Essa é a condição de recepção curta. Se medir a potência de saída de uma fibra de recepção curta, você poderá ver a energia extra. No entanto, a energia extra não é propagada para longe. Portanto, a leitura está incorreta. Da mesma forma, se o comprimento da fibra de recepção for longa o suficiente para chegar ao EMD, a leitura de perda de inserção pode ser mais elevada, mas reflete as condições de aplicação real. Você pode simular facilmente o EMD (lançamento e recepção longos). Para isso, você deve envolver cinco vezes a fibra ao redor de um mandril. Essa ação retira os modos de revestimento.

Calcular um orçamento de energia

Você pode fazer uma estimativa aproximada de um orçamento de um link de energia. Para isso, você deve permitir 0,75 dB para cada conexão entre fibras, bem como pressupor que a perda da fibra seja proporcional ao comprimento na fibra.

Para uma passagem de 100 metros com três patch panels e fibra de 62,5/125 com perda de 3,5 dB/km, a perda total é de 2,6 dB, conforme mostrado aqui:

Fibra: 3,5 dB/km = 0,35 dB para 100 metros

Patch Panel 1 = 0,75 dB

Patch Panel 2 = 0,75 dB

Painel de correção 3 = 0,75 dB

Total = 2,6 dB

A perda medida normalmente é menor. Por exemplo, a perda de inserção média para um conector SC AMP é de 0,3 dB. Nesse caso, a perda de link é de apenas 1,4 dB. Independentemente de executar a Ethernet a 10 Mbps ou ATM a 155 Mbps, a perda é a mesma.

OTDR (Optical time-domain reflectometry) é um método de certificação popular para sistemas de fibra. O OTDR injeta luz na fibra e, em seguida, exibe graficamente os resultados da luz refletida de volta detectada. O OTDR mede o tempo de trânsito decorrido da luz refletida para calcular a distância em diferentes eventos. A exibição visual permite a determinação de perda por comprimento da unidade, a avaliação de junções e conectores e a localização de falhas. O OTDR amplia certos locais por obter uma imagem aproximada das partes do link.

Embora você possa usar medidores de potência e injetores de sinal para muitas certificações e avaliações do link, os OTDRs fornecem uma ferramenta de diagnóstico eficiente para obter uma imagem completa do link. Mas o OTDR requer mais treinamento e alguma habilidade para interpretar a exibição.

Informações Relacionadas

- [Página de suporte de produtos ópticos](#)
- [Suporte Técnico e Documentação - Cisco Systems](#)

Sobre esta tradução

A Cisco traduziu este documento com a ajuda de tecnologias de tradução automática e humana para oferecer conteúdo de suporte aos seus usuários no seu próprio idioma, independentemente da localização.

Observe que mesmo a melhor tradução automática não será tão precisa quanto as realizadas por um tradutor profissional.

A Cisco Systems, Inc. não se responsabiliza pela precisão destas traduções e recomenda que o documento original em inglês ([link fornecido](#)) seja sempre consultado.